草莓健康管理生產體系之研究

鐘珮哲[1] 黃勝泉[1,*] 蔡正賢[1] 吳添益[1] 張訓堯[2] 張素貞[3] 吳登楨[4]

[1] 行政院農業委員會苗栗區農業改良場作物環境課助理研究員、研究員兼課長、助理研究員、副研究員。臺灣苗栗縣。
[2] 行政院農業委員會苗栗區農業改良場作物改良課助理研究員。臺灣苗栗縣。
[3] 行政院農業委員會苗栗區農業改良場秘書辦公室研究員。臺灣苗栗縣。
[4] 行政院農業委員會苗栗區農業改良場研究員兼副場長。臺灣苗栗縣。
* 通訊作者，電子郵件:fly01@mdais.gov.tw

摘　　要

草莓 (*Fragaria ananassa* Duch) 產業在台灣令消費者最不安的是藥劑使用安全的疑慮，因此積極開發導入健康管理之整體作業模式，培育健康植株降低病蟲害發生，減少農藥使用頻率是當務之急。本研究針對草莓種苗供應體系、健康的土壤、肥培管理、及病蟲害綜合防治等技術，納入健康管理體系關鍵技術研發，以達到作物健康管理生產體系三減即減肥料、減農藥、減成本，三高即產量高、品質高、收益高，三安即產品安全、消費安心、環境安全之計畫目標。草莓種苗供應體系，以組織培養健康馴化母株走莖繁殖之2吋容器苗，生長最快速且根莖較寬，最符合定植苗標準，可減少育苗期間管理成本，提高生產效率。栽培方法與肥料用量試驗，分採傳統畦溝及高架介質兩種栽培方法，每種栽培方法下，以合理化施肥及農民慣行法為對照組進行肥料效益比較。初步結果得傳統畦溝及高架介質之合理化施肥比對照組，每施用1公斤肥料可分別增加30元及247元之收益。在草莓田輪作制度上，水田處理平均走蔓帶病率為20.4%，旱田處理為40.2%，表示草莓田休作期間 (5~9月間) 利用水田裡作，將可減少正期耕作病蟲害。病蟲害綜合防治技術，篩選本土性木黴菌菌株ML031，菌株濃度僅10^5 spore/ml 即可達到抑制炭疽病效果，罹病度為5.56%，相較於對照組罹病度14.24%，減少罹病程度。蟲害天敵生物防治之應用，草莓採果期的主要蟲害為二點葉蟎，與慣行區噴藥12～16次比較，用藥次數有明顯下降。

關鍵詞：健康管理、草莓、生產、種苗。

前　　言

草莓 (*Fragaria ananassa* Duch) 在台灣 2012 年種植面積約 575 公頃，主要產區苗栗縣達 513 公頃，佔全國 89.2%生產面積，平均年產量為 13,817 kg/ha，其中吉園圃栽培面積為 60 公頃，主要栽培鄉鎮為大湖鄉及獅潭鄉，其中大湖地區又佔 64.9%約 374 公頃，成為地區重要農業特點與觀光休閒產業的特色。自 1958 年引進大湖種植，歷經 55 年的時光，栽培方式從平畦、半圓高畦演進到現在的高架栽培，產品從早期以量為目的的加工產品，到今天以鮮食、觀光休閒為目的之高經濟產業，每年草莓季觀光採果遊客達百萬人次，為週邊產業帶來無限商機，成就了地方經濟之繁榮。但隨著栽培面積的增加，土地不斷重複開發使用，調查發現大湖地區近 60%之草莓田 pH 低於 5.5，pH 值明顯偏酸，在此不良之土壤條件下，定植後易生長不良且缺株嚴重。平均單株產量僅 300 公克左右，明顯低於理想 pH

值土壤之單株產量 470 克/株，土壤改良應亦須加強。同時草莓病蟲害發生也日趨嚴重，其中以蟎類發生最為嚴重，尤其在乾旱時期對草莓的產量及品質影響甚鉅。因此使用化學藥劑在所難免，然而卻造成抗藥性，導致農民不當的使用農藥，又因連續採收，農藥殘留不易管控，是草莓產業最大隱憂，積極開發導入健康種苗供應體系、完整的土壤、肥培管理、發展高架栽培介質及病蟲害綜合防治等技術。以達到作物健康管理生產體系三減即減肥料、減農藥、減成本，三高即產量高、品質高、收益高，三安即產品安全、消費安心、環境安全之計畫目標。

材料與方法

種苗供應體系

受試草莓品種為“桃園 1 號”，育苗方式計有 2 吋組織培養盆苗、3 吋軟盆苗、穴管苗及裸根苗共 4 種。以上育苗均採走莖繁殖方式，將母株走莖根莖生長點以竹籤固定容器或土壤介質，除裸根苗於土壤苗圃，其餘均於高架床架育苗，育苗期間管理均採慣行管理模式。經 3 個月育苗，調查草莓苗地上及地下部與莖冠之生長發育。

健康土壤之培育

檢測草莓健康管理田區 18 區，分別於 101 年作結束後 (4/25) 及 102 年作種植前 (10/2)，採取表土 20 公分土壤，並記錄輪作作物種類 (含休耕及湛水)。土壤風乾過篩後，土壤酸鹼度值以玻璃電極測定 (土水比=1:1)，土壤電導度值以白金電極測定 (土水比=1:5)，土壤有機質含量以固體總有機碳分析儀測定。土壤交換性鉀、鈣及鎂以中性醋酸銨 (1M, pH 7.0) 溶液抽出，微量元素鐵、錳、銅及鋅以 0.1 NHCl 溶液抽出，用原子吸收光譜儀測定，土壤有效性磷以 Bray No.1 方法抽取並用鉬藍法測定，土壤有效性氮以 2 MKCl 抽出，以蒸餾法測定。

水旱田輪作對草莓走蔓帶病率之影響，草莓生產季結束後，農民習慣於草莓田種植蔬菜或玉米等旱作或浸水處理等作業，等待下一季的草莓種植。本研究將該期間田間狀態以水田式或旱田式區分，於草莓生產期第三期花時調查走蔓發生病害率，每處理調查 5 點，視為重複，每重複逢機取樣 100 個走蔓，走蔓呈黑褐斑點即為帶病者。於 102 年 3 月間取樣調查，所得資料統計分析以 SAS EG 4.0 之 Fisher 的最小顯著差異法檢定水田式及旱田式處理間差異性。

栽培方法與肥料用量

栽培方法與肥料用量試驗，分採傳統畦溝及高架介質兩種栽培方法，每種栽培方法下，以合理化施肥及農民慣行法為對照組，進行相關試驗，所栽種品種為農民慣行栽種的桃園一號 (豐香) 品種。傳統畦溝栽培供試地點為苗栗縣獅潭鄉豐林村八角林段，土壤酸鹼值 7.2，示範田面積 0.2 公頃。肥料用量方面，合理區三要素肥料用量，氮-磷酐-氧化鉀=231-192-152 公斤/公頃；對照區三要素肥料用量，氮-磷酐-氧化鉀=257-213-169 公斤/公頃。

高架介質栽培供試地點為苗栗縣大湖鄉富興村大湖段，高架草莓栽培，市售進口栽培介質之酸鹼值 6.3，電導度值 5.82 dS/m；本土草莓栽培介質之酸鹼值 6.1，電導度值 2.53 dS/m；示範田用肥示範分為對照及合理兩區試驗。肥料用量合理區三要素肥料用量，氮-磷酐-氧化鉀=256-211-183 公斤/公頃；對照區三要素肥料用量，氮-磷酐-氧化鉀=299-264-203 公斤/公頃。

試驗調查項目，於主要生產季 (12-1 月) 進行草莓果實產量的調查，並分析肥料成本等。

病蟲害綜合防治

每兩週於草莓育苗場監測病害發生情形，炭疽病、白粉病及鐮孢菌以目測病徵發生情形為主，青枯病則於農民取走蔓繁殖母株時以 TTC 選擇性培養基檢測是否帶菌，避免母株帶原。懸掛黃色黏板調查常見害蟲發生密度，於適當時機點進行防治。斜紋夜盜蟲以性費洛蒙誘引器調查族群密度。

將草莓苗種植於一般介質及含有草莓炭疽病殘體之帶菌介質，每 7 天灌施 1 次，連續 6 周。第 2 周開始連續調查至最後一次灌菌後 7 天，調查分為植株冠腐整株死亡之株數，及葉片罹病度，每株由完全展開葉向下調查 3 葉，罹病度分 5 級，罹病級數以未發病者為 0，發病面積佔全葉面積 1/4 以下者為 1，發病面積佔全葉面積 1/4-1/2 者為 2，發病面積佔全葉面積 1/2-3/4 者為 3，發病面積佔全葉面積 3/4 以上者為 4。並依下列公式分別算出罹病度。罹病度(%)=Σ(指數 x 該指數罹病葉數)/(4x 總調查葉數)x100。

選定大湖蔬菜產銷班第 3 班 17 戶 5 公頃及第 32 班 19 戶 5.6 公頃，合計 36 戶 10.6 公頃為示範田區。2012 年 8 月份開始，進入草莓育苗初期，每週提供基徵草蛉幼蟲 8 萬隻給示範農戶，釋放於育苗田，面積約為 1.2 公頃，釋放總量約 137 萬隻。10 月份草莓本田覆蓋塑膠布後，至 11 月每月每公頃提供草蛉幼蟲 31 萬隻，12 月至 2013 年 1 月每月每公頃提供草蛉幼蟲 40 萬隻，累計總釋放量達 1,250 萬隻。

每週至示範田區進行蟲源密度檢視、調查，並於試驗田區以紅色 (嚴重危害) 、黃色 (輕微危害) 三角旗，標示害蟲族群密度高低，以掌握害蟲分布狀況，及時採取應變措施。並以密度高低調整天敵釋放數量，在草莓生長期間懸掛黃色黏板紙隨時檢視害蟲密度，以補充基徵草蛉天敵。

基徵草蛉釋放量及方法，每公頃釋放草蛉幼蟲 200,000 隻，釋放前先摘除老葉再釋放天敵，每葉有一隻葉蟎時為最佳釋放時機，每株釋放草蛉幼蟲 5 隻。在天氣良好無露時釋放，夏季以下午 3 點以後；冬季則在早上 9 點以後釋放。

草蛉田間釋放方式：

釋放方法一：將已經孵化之草蛉幼蟲敲打或彈入塑膠盆內，將草蛉幼蟲以毛筆挑起放在草莓葉子上 (圖 1)。

釋放方法二：將彈入塑膠盆內的草蛉幼蟲，依幼蟲多寡加入適量長 2.5cm*寬 1cm 瓦楞紙條，讓草蛉幼蟲爬進瓦楞紙縫內，將瓦楞紙條直接放在草莓葉子上 (圖 1)。

圖 1. 草蛉幼蟲釋放方法。
Fig. 1. Release method of lacewing larvae.

結果與討論

種苗供應體系

草莓‘桃園 1 號’經過 3 個月容器育苗處理結果 (表 1)，以裸根苗的地上部/地下部比率 (S/R) 最高達 2.99，因定植前根系受損嚴重，生長較為緩慢。3 吋盆苗雖有最好的根系生長，根鮮重達 42.92 公克，但莖冠 (diameter of crown, DC) 只有 0.38cm；穴植管苗地上部發育不良只有 5.43 公克，冠徑也僅 0.27cm。比較 4 種育苗模式，以組織培養 2 吋盆苗莖冠最粗達 1.1cm，其他性狀亦佳，是理想的育苗方法。

健康土壤之培育

健康管理田區土壤性質 (表 2) 多數土壤性質在兩次採樣期間並沒有明顯變化，由於第二次採樣時，多數田區已經施肥，土壤電導度明顯提昇，而有效性磷及交換性鈣則略有下降，可能與翻耕後與土壤黏粒接觸造成有效性下降。以分析結果推薦施肥，所有田區土壤的有效性磷皆大於 30 mg kg^{-1}，土壤交換性鉀含量亦大於 60 mg kg^{-1}，磷、鉀的肥效已不明顯，皆可減施。部份田區鈣含量大於 2400 mg kg^{-1}，可能影響氮、鉀利用，且土壤酸鹼度已接近中性，應減少石灰資材之施用。由於土壤有機質仍小於 2.0%，建議農戶應使用含纖維素較高的腐熟堆肥，每分地 500-1000 公斤。微量元素方面，鐵含量稍高，可能與草莓農戶過量使用未腐熟有機質肥料，土壤長期處於還原狀態所致，應減少粒狀有機質肥料的用量，每分地 100-200 公斤為原則。少數田區鋅含量接近有機農業土壤限值 50 mg kg^{-1}，由於鋅含量與有效性磷有極明顯相關 (p=0.0002)，推測可能與使用雞糞堆肥有關。

草莓生產季結束後，農民習慣於草莓田種植蔬菜或玉米等旱作或浸水處理等作業，等待下一季的草莓種植。本試驗係將該期間田間狀態以水田式或旱田式區分，於第三期花調查走蔓發生病害率。於 102 年 3 月間取樣調查，所得資料經統計分析得水田處理平均罹病率為 20.4%，旱田處理為 40.2%，再經 Fisher 的最小顯著差異法檢定水田式及旱田式處理間達顯著性的差異 (圖 2)，表示草莓田休作期間 (5~9 月間) 利用水田裡作，將可減少正期耕作病蟲害。

表 1. 育苗方式對草莓"桃園 1 號"育苗之影響

Table 1. Effects of breeding methods on growth and development of strawberry seedling of "Taoyuan No. 1".

育苗方式	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	小葉面積 (cm^2)	地上部 (S)	地下部 (R)	S/R 值	莖冠寬 (mm)	全株重 (g)
2 吋組培苗	3.8±1.20	2.9±1.02	12.8±6.50	10.51±1.96	7.55±2.00	1.45±0.37	1.10±0.39	18.36±3.04
3 吋軟盆	4.1±0.96	3.1±0.77	8.9±4.04	9.96±2.06	42.92±10.63	0.24±0.06	0.38±0.15	3.06±12.08
穴植管	3.5±0.96	2.4±0.68	11.4±3.72	5.43±1.50	7.88 ±2.90	0.79±0.39	0.27±0.07	13.37±3.70
裸根苗	4.4±0.70	3.8±0.65	17.0±4.62	10.24±1.59	3.60±0.61	2.99±0.93	0.46±0.15	14.52±1.70

表 2. 草莓健康管理田區土壤性質變化

Table 2. Soil properties change of health-management strawberry fields.

	酸鹼度	電導度	有機質	有效性磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
		ds m^{-1}	%	------------------ mg kg^{-1} -----------------			
101 年作結束後	6.57 ± 0.70	0.115 ± 0.08	1.88 ± 0.45	127 ± 32	194 ± 89	3213 ± 1110	249 ± 70
102 年作種植前	6.78 ± 0.49	0.145 ± 0.08	1.92 ± 0.56	71 ± 19	209 ± 73	2151 ± 594	184 ± 50

	鐵	錳	銅	鋅	有效性氮
	-------------------------------- mg kg^{-1} --------------------------------				
101 年作結束後	1373 ± 271	101 ± 38	7.09 ± 2.25	25.2 ± 13.4	-
102 年作種植前	1470 ± 337	157 ± 65	6.99 ± 2.06	24.7 ± 14.8	18.2 ± 3.99

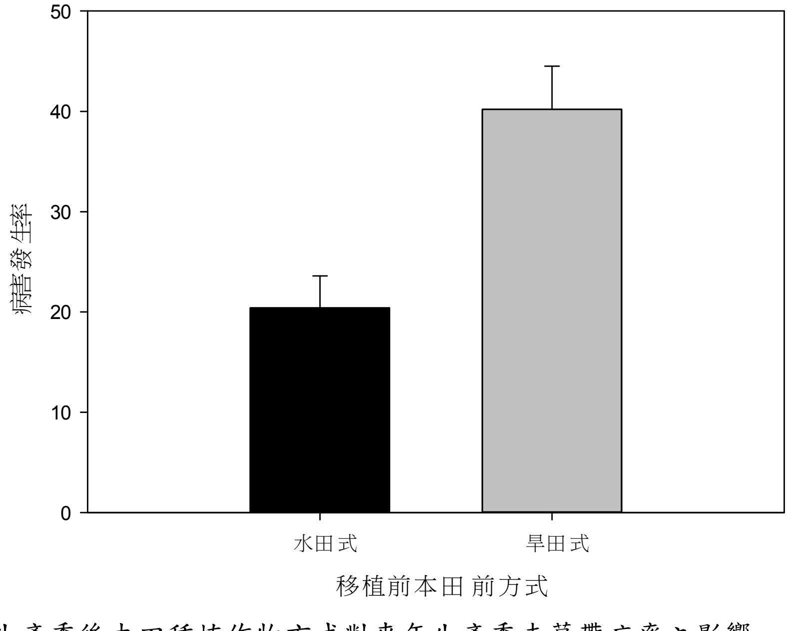

圖 2. 草莓生產季後本田種植作物方式對來年生產季走蔓帶病率之影響。

Fig. 2. Effects of rotation practice on disease infection of runner in the field of strawberry.

栽培方法與肥料用量

分採傳統畦溝及高架介質兩種栽培方法，每種栽培方法下，以合理化施肥及農民慣行法為對照組進行肥料效益比較結果 (表 3)。傳統畦溝區施用肥料量差異，對照區用量為 639 公斤/公頃，合理區用量為 575 公斤/公頃，每公頃減少 64 公斤 (10.0%)，化學肥料成本節省 1,515 元。調查 (12-1 月) 產量結果顯示，對照區產量為 3,101 公斤/公頃，合理區產量為 3,658 公斤/公頃，每公頃產量增加 557 公斤，產品單價以每公斤 90 元計算，總產值粗收益每公頃增加 51,645 元。

高架栽培介質區施用肥料量差異，對照區用量為 766 公斤/公頃，合理區用量為 650 公斤/公頃，每公頃減少 116 公斤 (15.1%)，化學肥料成本節省 2,800 元。調查 (12-1 月) 產量結果顯示，對照區產量為 8,111 公斤/公頃，合理區產量為 8,666 公斤/公頃，每公頃產量增加 555 公斤，產品單價以每公斤 90 元計算，總產值粗收益每公頃增加 52,750 元。

綜合上述結果，得傳統畦溝及高架介質之合理化施肥比對照組，每公斤肥料分別增加 30 元及 247 元之收益。

病蟲害綜合防治

成熟強健不帶特定病原的種苗是草莓栽培成功要件，由於草莓育苗期長達 6 個月以上，農民常疏於管理，造成菌的病蟲害嚴重發生。近來調查發現炭疽病成為草莓育苗期之重要病害 (尤以民國 100、101 年最為顯著)，此病原真菌一年四季均可存活於草莓植株上，可危害葉片、葉柄、走蔓、果實及根冠基部。受害植株之葉柄、走莖會變黑，冠部感染處外觀亦變黑且根系褐化、腐爛，本病菌可為害果實、植株各部位，但以為害冠部造成植株萎凋死亡對農民之產量及產值影響甚鉅。

以民國 100 年 9 月底至 10 月上旬定植之草莓植株為例，嚴重發病田區補植率平均達 25%以上，經調查發現所定植之草莓苗購買自同一育苗莓農。此現象反映出草莓苗期病害管理之重要性。民國 101 年調查草莓育苗場，4-5 月培育之親株已因炭疽病感染陸續萎凋死亡，7-8 月正值夏季高溫多濕，死亡情形更為嚴重。莓農幾乎平均 4 天需施用一次藥劑，長達半年之培育期，以此種施藥模式，不僅大大增加農民藥劑成本，對於草莓植株亦是一大逆境。

表 3. 栽培方法與肥料用量對草莓生產量之影響及其粗收益比較

Table 3. Effects of cultivation and amounts of fertilizer application on fruit yield in strawberry production and their income.

栽培方法	處理方式	肥料用量 (kg/ha)	成本減少 (元/ha)	產 量 (kg/ha)	粗收益 (元/ha)	產值/肥料用量 (元/公斤)
傳統畦溝	合理化施肥	575	1,515	3,658	329,220	515
	對照區	639		3,101	279,090	485
高架介質	合理化施肥	650	2,800	8,666	779,940	1,200
	對照區	766		8,111	729,990	953

※產量調查時間：101 年 12 月~102 年 1 月 31 日。

苗期除了炭疽病之外，青枯病亦為一重要監測病害，本病原菌以潛伏感染存活於留苗母株。此等帶菌母株形成之走莖 (Runner) 幼苗，多數為已被病原細菌感染之帶菌株，但在植株外觀上是無法辨識。通常在 9 月上旬定植後的二個月內因氣溫尚高，若為帶菌幼苗則容易萎凋死亡現象。於育苗期可採「利用草莓走莖檢測草莓青枯病之潛存」檢測技術，協助農民對留苗親株做有無感染青枯病菌之檢測服務。該檢測方法對草莓植株不具破壞性，有助健康草莓種苗之檢查工具。

於民國 102 年選擇苗栗地區草莓育苗場 7 處進行苗期病蟲害監測及安全用藥輔導 (表 4)，苗期炭疽病用藥自 6 月中旬-8 月底之間因氣候高溫多濕，炭疽病好發，用藥頻率約為 3 天 1 次，至 9 月初因氣溫逐漸下降，用藥頻率約為 5-7 天 1 次，針對炭疽病建議農民參考炭疽病防治曆 (圖 3) 進行防治工作，以改善炭疽病發生情形。其中兩處育苗場於 6 月中旬過後開始顯現萎凋病病徵，經輔導配合徹底清除發病母株，避免繁殖苗帶菌，以降低定植後補植率。苗期需特別注意斜紋夜盜幼蟲危害，適時防治工作對於降低新葉受害率相當重要。

進行草莓育苗期炭疽病田間防治試驗，以對炭疽病菌有較佳抑制效果之木黴菌株 ML001、ML031 及 ML056 進行灌菌試驗。經連續 6 周處理後，調查各組罹病度，ML031 10^5 spore/ml 罹病度 5.56%，相較於對照組罹病度 14.24%，減少罹病程度。植株冠腐死亡部分則以 ML001 10^5 spore/ml、ML056 10^5 spore/ml 各罹病死亡 3 株，相較於對照組死亡 8 株 (圖 4)，初步結果顯示木黴菌對草莓冠部腐壞有抑制之效果。本次苗期試驗採用之植株並未採用健康種苗，未來進行菌株防治試驗時將採用購買自種苗改良繁殖場之健康種苗培育出來之植株，以減少植株帶菌之疑慮及試驗之變異因子。本次田間試驗以藥劑處理之植株，其發病率並未顯著降低，可能原因為小盆栽保水力不佳，試驗期氣溫偏高，一天需澆灌兩次水，可能將藥劑濃度稀釋，以致防治效果不顯著，而木黴菌可以纏據根系，故其防治效果反而較為顯著。經由本次苗期田間試驗發現，草莓植株感染炭疽病菌可分為兩種感染模式，一種為地上部組織受到感染，如葉片、走莖感染產生典型病斑，不容易造成植株死亡。但若感染處為根冠部位，則植株死亡速度相當快，一旦地上部葉片呈現黃化萎凋病徵 (無典型病斑)，根冠處剖開皆已褐化，因輸導組織受到破壞，故植株無法存活。故防治苗期炭疽病，應以預防為主，健康種苗為首要選擇，田間管理時宜多加預防根冠受到病菌感染，並適當施藥防治，以減少植株死亡情形。

草莓採果期的主要蟲害為二點葉蟎，傳統防治方法，係以 1%密滅汀乳劑、5%芬普蟎水懸劑、2%阿巴汀乳劑等殺蟎劑及 10%的得芬瑞可濕性粉劑等農藥防除，每公頃農藥施用量約 3.2 公升。以每公頃每月支出費用分析，每週需噴藥一次，農藥開銷每公頃約 3,000 元，加上噴藥人力成本，每次 1.5 人日，每次約 3,000 元，每月工資 12,000 元，總計每月每公頃需 15,000 元防治成本。

釋放草蛉天敵昆蟲與慣行區用藥比較 (表 5)，36 戶 10.6 公頃的示範田區，釋放草蛉天敵昆蟲後，無噴灑農藥防治草莓害蟲農戶數有 7 戶佔 19.4%，面積 1.1 公頃佔 10.4%，噴灑農藥一次農戶數有 20 戶佔 55.6%，面積 7 公頃佔 66%，噴灑農

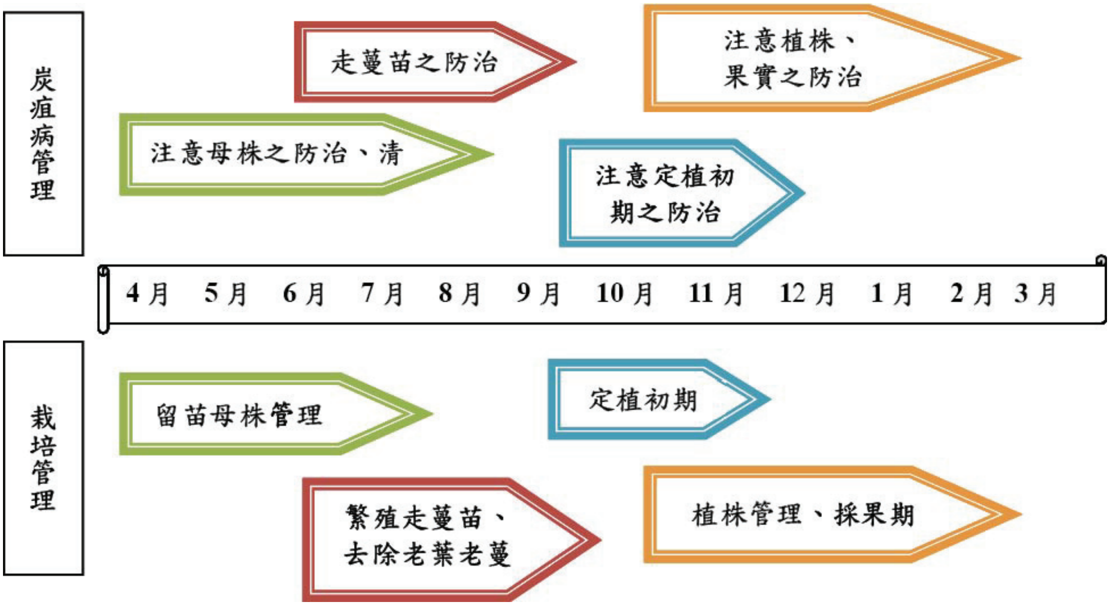

圖 3. 草莓栽培期炭疽病防治曆。

Fig. 3. Control calendar for anthracnose disease of strawberry during cultivation period.

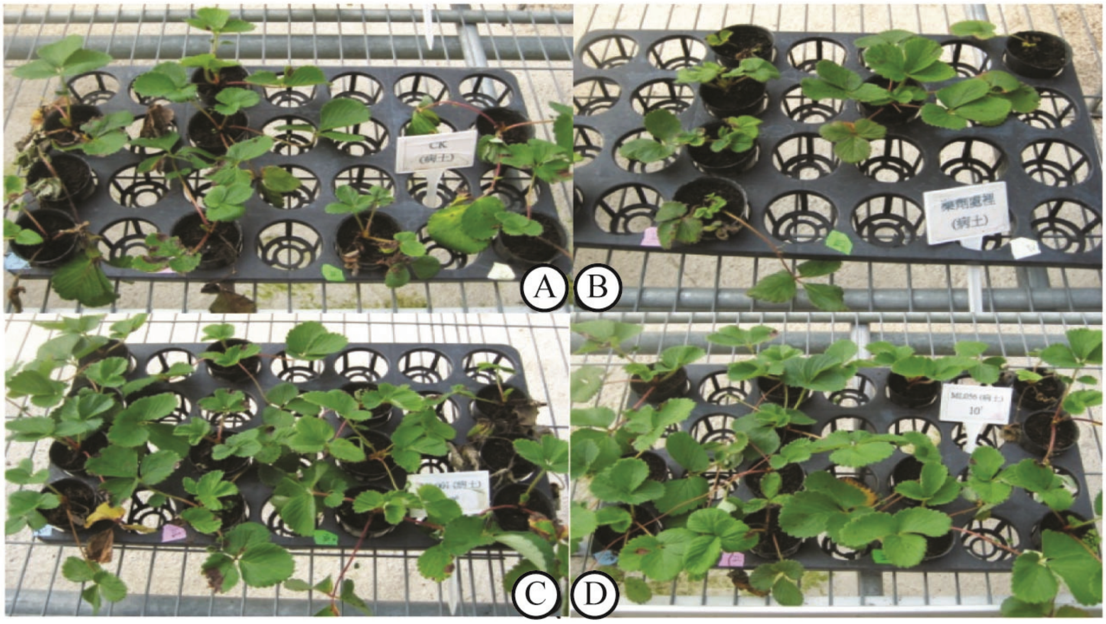

圖 4. 防治草莓苗期炭疽病試驗結果。A. 對照組; B. 藥劑處理組; C. 木黴菌株 (ML001 105); D. 木黴菌株 (ML056 105) 。

Fig. 4. Comparisons of symptoms of anthracnose disease by different concentration of non-chemicals or chemicals at seedling stage of strawberry. A: control (water); B: chemical control (difenoconazole and pyraclostrobin); C: Trichoderma spp. (ML001 105); D: Trichoderma spp. (ML056 105).

表 4.育苗期病蟲害監測及安全用藥輔導

Table 4. The occurrence records of pest and disease and counseling for safety of pesticide services during nursery stage period.

輔導點/項目	炭疽病	白粉病	萎凋病	鱗翅目幼蟲危害率	薊馬	葉蟎	管理建議
A	母株罹病度約為 1 級，育苗期間高架床母株因病害萎凋而移除之比例約為 5%以下。至定植前繁殖苗炭疽病發生率為 1-5%	育苗初期白粉病發生率為 1-5%	無	育苗初期危害嫩心之比例為 6-25%，定植前為 1-5%	發生率為 1-5%	發生率為 1-5%	1. 因育苗場周圍多雜木林，需特別注意蟲害問題 2. 繁殖苗定植前宜加強薊馬及葉蟎之防治 3. 炭疽病防治成效良好，有助於定植後植株發展 4. 非推薦藥劑勿於本田期使用
B	利用栽培期植株做為繁殖母株，繁殖苗移至高架床集中管理後，因肥份過多，植株過嫩造成後期炭疽病嚴重，較嚴重之區域達 20%	育苗初期白粉病發生率為 1-5%	無	危害率為 1-5%	發生率為 1-5%	發生率為 1-5%	1. 炭疽病之發生與肥料(氮肥)使用過度有正相關，需特別注意適度施肥之重要性 2. 照監測點現況，定植後植株因炭疽病死亡之比例可能仍較高，需特別注意管理 3. 非推薦藥劑勿於本田期使用
C	母株罹病度約為 1 級，育苗期間母株因病害萎凋而移除之比例約為 5%以下。至定植前繁殖苗炭疽病發生率為 1-5%，死亡率為 0.01%以下	育苗初期白粉病發生率為 1-5%	無	育苗初期危害嫩心之比例為 6-25%，定植前為 1-5%	無	發生率為 1-5%	1. 葉片輕微皺縮，有發生藥害之情形，建議適時降低用藥頻率並注意藥劑使用濃度 2. 非推薦藥劑勿於本田期使用
D	母株罹病度約為 1 級，育苗期間母株因病害萎凋而移除之比例約為 5%以下，8 月繁殖苗炭疽病罹病率為 6-25%。至定植前繁殖苗炭疽病發生率為 1-5%	育苗初期白粉病發生率為 6-25%，經防治後降為 1-5%	萎凋病(大小葉)母株約佔 9%	育苗初期危害嫩心之比例為 6-25%，定植前為 1-5%	無	發生率為 1-5%	1. 母株萎凋病於 6 月中旬病徵顯現，徹底清除帶病母株，避免繁殖苗帶菌 2. 非推薦藥劑勿於本田期使用
E	母株炭疽病發病情形嚴重，約為 42%	育苗初期白粉病發生率為 1-5%	無	危害率為 1-5%	發生率為 1-5%	無	1. 母株炭疽病嚴重發生，徹底清除帶病母株，避免傳染走蔓苗 2. 非推薦藥劑勿於本田期使用
F	母株罹病度約為 1 級，育苗期間母株因病害萎凋而移除之比例約為 5%以下。至定植前繁殖苗炭疽病發生率為 1-5%	育苗初期白粉病發生率為 1-5%	萎凋病(大小葉)母株約佔 22%	危害率為 1-5%	無	發生率為 1-5%	1. 母株萎凋病於 6 月中旬病徵明顯顯現，徹底清除帶病母株，避免繁殖苗帶菌 2. 非推薦藥劑勿於本田期使用
G	母株罹病度約為 1 級，育苗期間母株因病害萎凋而移除之比例約為 30%。至定植前繁殖苗炭疽病發生率為 20%	育苗初期白粉病發生率為 1-5%	無	育苗初期危害嫩心之比例為 6-25%，定植前為 1-5%	發生率為-25%	無	1. 母株炭疽病於 7 月中旬颱風後陸續發生，徹底清除帶病母株，避免感染繁殖苗 2. 將繁殖苗清園整理，健壯的移為一區，方便管理，亦可減少用藥量 3. 非推薦藥劑勿於本田期使用

表 5. 釋放草蛉天敵昆蟲與慣行區用藥比較

Table 5. Compared pesticide usage with natural enemies (lacewing) release and conventional cultivation.

	示範區				慣行區
噴藥次數	戶數		面積		噴藥次數
(次)	(戶)	%	公頃	%	(次)
0	7	19.4	1.1	10.4	
1	20	55.6	7.0	66.0	
2	9	25.0	2.5	23.6	
加權平均*/總計	1.06/36		1.13/10.6		12～16

*加權平均噴藥次數=(n0 x 戶數 0+ n1 x 戶數 1+ n2 x 戶數 2)/總戶數。

藥二次農戶數有 9 戶佔 25%，面積 2.5 公頃佔 23.6%。由上述資料顯示，繼續噴灑農藥防治草莓害蟲農戶數有 29 戶佔 80.6%，面積 9.5 公頃佔 89.6%，比率偏高，但與慣行區噴藥 12～16 次比較，用藥次數有明顯下降。因釋放草蛉天敵期間天候因素，10～12 月連續下雨累積雨量達 298 ㎜，無法按照釋放草蛉天敵之計畫執行，同時農民初次對生物防治運作方式尚未適應，及擺脫用藥習慣。因此在不影響天敵昆蟲活動下，結合其他非農藥防治方式如植物精油等，解決農民用藥習慣，達到零污染健康管理模式。

應用生物防治技術後，本場提供天敵釋放，達 10.6 公頃的示範區農民，每月可節省約 159,000 元的支出。此外，人工噴藥，對工作人員產生風險，化學農藥的不當使用，更可能危害環境與民眾健康，生物防治技術的發展，以天敵取代化學農藥，可促進農藥的減用，在農產品安全衛生與自然健康之重要性，照護民眾飲食安全，還有不能以數量化的生態效益。

參考文獻

呂理燊、許永華、李昱輝。1990。台灣草莓白粉病及其防治。植保會刊 32:24-32。

李昱輝、呂理燊。1994。台灣草莓炭疽病。植病會刊 3：256-257。行政院農業委員會。2012。農業統計年報。

何超然、吳倩芳、洪瑛穗。2010。苗栗地區輪作制度的探討－以大湖地區為例。苗栗區農業專訊。50:8-10。

林俊義、安寶貞、張清安、羅朝村、謝廷芳。2004。作物病害之非農藥防治。農業試驗所特刊 110 號 p.16-17。

倪蕙芳、許淑麗、陳瑞祥、楊宏仁。2010。台灣地區土壤中木黴菌株對植物病原真菌拮抗能力之篩選。台灣農業研究 59:29-41。

章加寶、黃勝泉 1995 基徵草蛉 (*Mallada basalis* (Walker)) 防治草莓園葉蟎之效益評估 植保會刊 37：41-58。

章加寶、吳子淦、張瀛福 1997 捕食性天敵昆蟲草蛉飼養與利用 中華昆蟲特刊第十號：昆蟲生態及生物防治研討會專刊 77-89。

陳富永、林盂姿、蔣慕琰。2004。利用核糖體核酸內轉錄間隔區鑑別台灣地區炭疽病菌菌株。植保會刊 46:15-26。

張廣淼。2004。草莓健康管理。p. 71-81。作物健康管理研討會專集。主編：賴明信、林信山。行政院農業委員會農業試驗所。臺中霧峰。

張廣淼。2004。草莓育苗技術。苗栗區農業改良場編印。24 pp。苗栗公館。

張廣淼、吳添益、彭淑貞。2004。草莓栽培管理。苗栗區農業改良場編印。苗栗公館。39 pp。

張廣淼、彭淑貞、黃勝泉。2010。草莓育苗期病蟲害整合性防治(摺頁)。農委會動植物防檢疫局、苗栗區農業改良場編印。

黃麗君。2004。台灣重要疫病菌快速檢測技術之研發與應用。台灣大學植物病理系碩士論文。69 頁。

劉顯達。1993。草莓灰黴病之拮抗菌篩選與室內生物防治效果。植物保護學會會刊 35:105-115。

羅幹成、陳秋男 1995 台灣農作害蟲防治近二十年之進展 植保會刊 37：357-380。

羅幹成 1997a 捕食性天敵在台灣的利用與展望 中華昆蟲特刊第十號：昆蟲生態及生物防治研討會專刊 57-65。

羅幹成 1997b 害蟲生物防治之回顧與展望 植保會刊 39：85-109。

Albregts, E. E. and C. M. Howard. 1978. Elemental composition of fresh strawberry fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103(3):293-296.

Albregts, E. E. and C. M. Howard. 1980. Accumulation of nutrients by strawberry plants and fruit grown in annual hill culture. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(3):386-388.

Benitez, T., A. M. Rincon, and A. C. Codon. 2004. Biocontrol mechanism of Trichoderma strains. Int. Microbiol. 7:249-260.

Dorana, J. W. and M. R. Zeiss. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. Applied Soil Ecology 15:3–11.

Fink, M. and H.C. Scharpf. 1993. N-EXPERT- A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR VEGETABLE FERTILIZATION IN THE FIELD. Acta Hort. (ISHS) 339:67-74. http://www.actahort.org/books/339/339_6.htm

Guetsky, R., D. Shtienberg, Y. Elad, and A. Dinoor. 2001. Combining biocontrol agents to reduce the variability of biological control. Biol.Control 91:621-627.

Hochmuth, G. J., E. E. Albregts, C. C. Chandler, J. Cornell, and J. Harrison. 1996. Nitrogen fertigation requirements of drip-irrigated strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(4):660-665.

Ikeda, H. and T. Osawa. 1983. Effects of ratios of NO_3 to NH_4 andconcentrations of each N source in the nutrient solution on growth and leaf N constituents of vegetable crops and solution pH. J. Jpn. Soc.Hort. Sci. 52: 363-380.

Kim, Ju, H., S. H. Lee, C. S. Kim, E. K. Lim, C. K. H. Kong, H. G. Kim, D. W. Lee, and B. J. Moon. 2007. Biological control of strawberry gray mold caused by Botrytis cinerea using Bacillus licheniformis N1 formulation. J. Microbiol. Biotechnol. 17:438-444.

Lo, C. S. 2008. Technology for organic vegetable production in plastic house. In Proceedings of the Symposium on Organic Crop Culture Technology, p.47-60.

Nishizawa, T., Y. Shishido, and M. Kudo. 1997. Petiole length, chlorophyll and carbohydrate levels, and photosynthetic rates of Junebearing strawberry plants as influenced by red-light irradiation during storage under cool conditions. Sci. Hort.72: 25-33.

Tsai, H. L., L. C. Huang, P. J. Ann, and R. F. Liou. 2006. Detection of orchid Phytophthora disease by nested PCR. Botanical Studies 47: 379-387.

Tabatabaei, S. J., M. Yusefi, and J. Hajiloo. 2008. Effects of shadingand NO_3:NH_4 ratio on the yield, quality and N metabolism in strawberry.Sci. Hort. 116: 264-272.

White, T. J., T. Bruns, S. Lee, and J. W. Taylor. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics.pp.315-322 In: PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications, eds. Innis, M. A., D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, and T. J. White. Academic Press, Inc., New York.

Walter, M., B. Braithwaite, B. J. Smith, and G. L. Langford. 2008.Nutrient nitrogen management for disease control in strawberry. New Zealand Plant Protection 61: 70-79.

Study of Health Management System of Strawberry Production

Pei-Che Chung[1], Sheng-Chuan Huang[1,*], Chen-Hsie Tsai[1], Tian-Yih Wu[1], Hsun-Yao Chang[2], Su-Jein Chang[3]and Den-Jen Wu[3]

[1] Assistant Researcher (P. C. Chung), Researcher and Chief of Section (S. C. Huang), Assistant Researcher (C. H. Tsai), and Associate Researcher (T. Y. Wu), respectively, Crop Environment Section, Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Miaoli, Taiwan, ROC.
[2] Assistant Researcher, Crop Improvement Section, Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Miaoli, Taiwan, ROC.
[3] Researcher, Secretary General Office, Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Miaoli, Taiwan, ROC.
[4] Researcher and Deputy Director, Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Miaoli, Taiwan, ROC.
* Corresponding author, e-mail: fly01@mdais.gov.tw

Abstract

The most disturbed problem of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) industry in Taiwan is the excessive uses of the pesticides. In order to reduce the occurrence of diseases and insect pests, we developed health management operations which were conducted with seedlings bred system, health of soil and fertilizer application, and the pest integrated technology in this study. Crop health management production system would be concerned the amounts of fertilizer, pesticide, and cost and increase fruit quality, products security, and environment security. That using tissue culture to propagate healthy seedlings and breeding them in 2 inches pot grew most quickly with more roots in seedling bred system of strawberry. Healthy seedlings reduced costs at seedling stage and increase productivity at fruit stage. The benefit of fertilizer application was compared between reasonable practice and conventional application under traditional field drain method and elevated bench method that was increased 30 NT/kg and 147 NT/kg, respectively. Effect of crop rotation system in strawberry field on disease infection of runner in the next production was evaluated. The disease infection rate of runners was 20.4% and 40.2% of paddy and upland crop, respectively. It indicated that paddy crop alternatively planted with strawberry was decreased the occurrence of diseases in the field. For integrated pest management techniques, selection of native strains of Trichoderma ML031, only 10^5 spore/ml concentration, can inhibit the occurrence of anthracnose diseases, disease severity is 5.56% of treated by ML031 compared to that of control, 14.24%. Application of natural enemies to control for the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) can reduce 12~16 times of spraying compared with conventional cultivation.

Keywords: health management, strawberry, production, seedlings